

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-006531

(43)Date of publication of application : 12.01.2001

(51)Int.Cl.

H01J 1/34

(21)Application number : 11-171148

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 17.06.1999

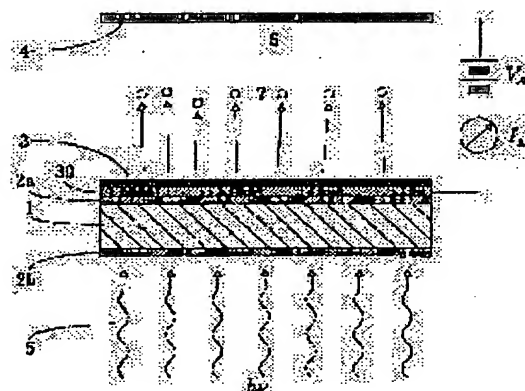
(72)Inventor : IKEDA JUNJI  
OKAMOTO KAZUYA

## (54) PHOTOCATHODE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a photocathode capable of obtaining a large amount of emission current even if a chemically stable material is used for an electron emitting surface.

**SOLUTION:** If a stimulation light 5 is radiated from the back surface of a base, the light passes through a second metal mirror thin film 2b and enters a transparent base 1, and receives light amplification by an optical resonator composed of a first metal mirror thin film 2a and the second metal mirror thin film 2b. As a result, amplified light is radiated on an electron supply film 30, and thereby, an electron 7 emitted from a photocathode film 3 is radiated into a vacuum 6. This emitted electron 7 is accelerated by a voltage VA applied on an anode 4, is collected at the anode 4 so as to cause an electric current IE. Since the electron is stimulated by the light amplified by light amplification, a large amount of emission current can be obtained even if a chemically stable material is used for a photocathode film.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P) (12) 公開特許公報 (A) (11) 特許出願公開番号

特開2001-6531

(P 2 0 0 1 - 6 5 3 1 A)

(43) 公開日 平成13年1月12日(2001.1.12)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマト* (参考)
H 0 1 J 1/34		H 0 1 J 1/34	B 5C035
			C

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 5 頁)

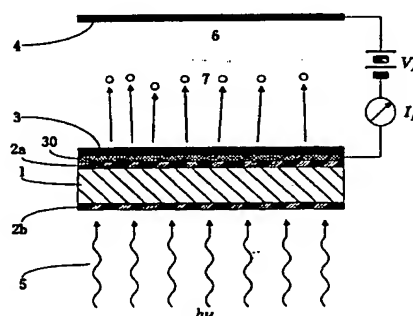
(21) 出願番号	特願平11-171148	(71) 出願人	000004112 株式会社ニコン 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
(22) 出願日	平成11年6月17日(1999. 6. 17)	(72) 発明者	池田 順司 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内
		(72) 発明者	岡本 和也 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内
		(74) 代理人	100094846 弁理士 細江 利昭 Fターム (参考) 5C035 CC01 CC04

(54) 【発明の名称】 光電陰極

(57) 【要約】

【課題】 化学的に安定な物質を電子放出面に用いても、大きな放射電流が得られる光電陰極を提供する。

【解決手段】 基板裏面から励起光5を照射すると、この光は第2の金属ミラー薄膜2bを通して透明基板1内に内に入り、第1の金属ミラー薄膜2a、第2の金属ミラー薄膜2bからなる光共振器により光増幅を受ける。その結果、電子供給膜30には、増幅された光が照射されることになり、これにより、光電陰極膜3から放射電子7が真空6中へ放射される。この放射電子7は陽極4に印加されている電圧VAによって加速され、陽極4で回収され電流IEが流れることになる。光増幅により増幅された光で電子を励起しているので、光電陰極膜として化学的に安定な材料を用いても、大きな放射電流を得ることができる。



FP03-0013-
00W0-HP
03. 6. 10
SEARCH REPORT

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 透明基板と、透明基板の両面に形成され、光共振器としての機能を有するミラーと、一方のミラーの面上に順に形成された電子供給膜と光電陰極膜とを有してなることを特徴とする光電陰極。

【請求項2】 透明基板と、透明基板の両面に形成され、光共振器としての機能を有するミラーと、一方のミラーの面上に形成された光電陰極膜とを有してなることを特徴とする光電陰極。

【請求項3】 透明基板と、透明基板の両面に形成され、光共振器としての機能を有するミラーとを有してなり、一方のミラーが光電陰極膜としての性質を併せ持っていることを特徴とする光電陰極。

【請求項4】 前記光電陰極膜が、負又は小さい正の電子親和力を有する材料からなることを特徴とする請求項1から請求項3のうちいずれか1項に記載の光電陰極。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、電子線装置などに使用する陰極に関するものであり、さらに詳しくは光励起電子を真空中に放射する光電陰極に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、電子顕微鏡や電子線露光装置の電子源としては、カソードを加熱して、そこから放出される電子を使用する熱陰極が利用されてきた。しかしながら、このような熱陰極においては、カソードの温度によって放出される電子数が変化したり、ショットノイズが大きいという問題点があった。そこで、この問題点を克服するものとして、薄膜技術を利用した薄膜冷陰極が注目を集めている。また、薄膜技術を利用した薄膜冷陰極は、それ自身がリソグラフィ等の微細加工技術を利用して製作されているので、単位面積当たりに多数の電子源を設けることができ、マスクレスリソグラフィ用の電子源としても注目を集めている。

【0003】 このような薄膜冷陰極の一種として、光により電子放出体を励起して電子を放出させる光電陰極がある。例えば、Journal of Vacuum Science and TechnologyB, vol.16, p3192 (1998)には、GaAs上にCsを成膜した構造の光電陰極が記載されている。この光電陰極のGaAs側にレーザー光を照射し、GaAs中の電子を励起する。励起された電子は、仕事関数の小さいCs表面から真空中に放射される。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、Csなどの低仕事関数を有する金属は、イオン化エネルギーが小さいため、大気中に曝すと直ちに酸化されるなど化学的に極めて不安定である。そのため、これらの金属を使用した光電陰極は、表面汚染に対して非常に敏感であるという問題点を有していた。また、電子放出面に化学的に

安定な金などの金属を用いると、量子効率が悪く、得られる放射電流が小さいという問題点があった。特に、マスクレスリソグラフィに使用するような場合には、2次元アレイ状に配置された光電陰極毎に光を照射しなければならないが、量子効率が悪いと大きな光量の光を照射しなければならない、小さい面積に必要な光量の光を照射することが事実上不可能であるという問題点があった。

【0005】 本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、化学的に安定な物質を電子放出面に用いても、大きな放射電流が得られる光電陰極を提供することを課題とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 前記課題を解決するための第1の手段は、透明基板と、透明基板の両面に形成され、光共振器としての機能を有するミラーと、一方のミラーの面上に順に形成された電子供給膜と光電陰極膜とを有してなることを特徴とする光電陰極（請求項1）である。

【0007】 本手段においては、透明基板の両面に形成された一对のミラーが光共振器としての機能を有するので、光電陰極膜が形成されていない側からミラーを介して透明基板中に光を照射すると、光増幅が行われ、増幅された光で電子供給膜中の電子が励起されて光電陰極膜の伝導帯上に移動する。本手段においては光増幅器を利用して特定波長の光を増幅しているので、光電陰極膜として化学的に安定な材料を用いても、大きな放射電流を得ることができる。

【0008】 前記課題を解決するための第2の手段は、透明基板と、透明基板の両面に形成され、光共振器としての機能を有するミラーと、一方のミラーの面上に形成された光電陰極膜とを有してなることを特徴とする光電陰極（請求項2）である。

【0009】 本手段においては、透明基板の両面に形成された一对のミラーが光共振器としての機能を有するので、光電陰極膜が形成されていない側からミラーを介して透明基板中に光を照射すると、光増幅が行われ、増幅された光で光電陰極膜が設けられている側のミラーの電子が励起されて光電陰極膜の伝導帯上に移動する。本手段においては光増幅器を利用して特定波長の光を増幅しているので、光電陰極膜として化学的に安定な材料を用いても、大きな放射電流を得ることができる。

【0010】 前記課題を解決するための第3の手段は、透明基板と、透明基板の両面に形成され、光共振器としての機能を有するミラーとを有してなり、一方のミラーが光電陰極膜としての性質を併せ持っていることを特徴とする光電陰極（請求項3）である。

【0011】 本手段においては、光共振器により光増幅が行われることは第1の手段、第2の手段と同じであるが、2枚のミラーのうち、光を入射する側でないミラー

に、光電陰極膜としての性質を併せ持たせるようにする。このことは、Al等の金属を用いれば実現できるが、なるべく反射率が高く、かつ電子親和力が小さい金属を用いることが好ましい。このような構造にすることにより、特別の光電陰極膜を設ける必要がないので、構成が簡単になる。

【0012】前記課題を解決するための第4の手段は、前記第1の手段から第3の手段のうちいずれかであって、前記光電陰極膜が、負又は小さい正の電子親和力を有する材料からなることを特徴とするもの（請求項4）である。

【0013】本手段においては、光電陰極膜が、負もしくは小さい電子親和力を有する。負の電子親和力を有する場合は、光電陰極膜に到達した電子は、そのまま真空中に放出されることになるので、電子放射効率が極めて高くなる。正の電子親和力を持つ場合でも、その値が小さければ、電子を少し励起するだけで真空中に放出することができる。よって、この場合も、電子放射効率を高めることができる。負または小さい電子親和力を有する材料としては、ダイヤモンド又はダイヤモンドライクカーボン等が使用できる。これらの材料は、化学的にも安定であるので、光電陰極膜として好適である。その他のワイドバンドギャップ半導体も、このような材料として用いることができる。

#### 【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図を用いて説明する。図1は本発明の実施の形態の1例である光電陰極の構成を示す概要図である。図1において、1は透明基板、2aは第1の金属ミラー薄膜、2bは第2の金属ミラー薄膜、3は光電陰極膜、4は陽極、5は励起光、6は真空、7は放射電子、30は電子供給膜である。

【0015】本実施の形態は、平行平板型二極管構造を有する。励起光5に対して、光共振器構造になるように、ガラス等の透明基板1の両面にAl等からなる第1の金属ミラー薄膜2a、第2の金属ミラー薄膜2bがそれぞれ形成されており、これらのミラーは励起光に対して光共振器を構成するようになっている。第1の金属ミラー薄膜2a上には、負又は小さい正の電子親和力を有する光電陰極膜3が、光電子陰極膜3に電子を供給するための電子供給膜30を介して形成されている。以後、第1の金属ミラー薄膜2a側を基板表面、第2の金属ミラー薄膜2b側を基板裏面と呼ぶことにする。

【0016】基板裏面から励起光5を照射すると、この光は第2の金属ミラー薄膜2bを通して透明基板1内にに入り、第1の金属ミラー薄膜2a、第2の金属ミラー薄膜2bからなる光共振器により光増幅を受ける。その結果、電子供給膜30には、増幅された光が照射されることになり、これにより、光電陰極膜3から放射電子7が真空6中へ放射される。この放射電子7は陽極4に

印加されている電圧VAによって加速され、陽極4で回収され電流IEが流れることになる。

【0017】次に、図2を用いて、この実施の形態の動作原理を示す。この例は、光電陰極膜3として、負の電子親和力を有しているものを使用した場合の状態を示すものである。基板裏面から励起光5を照射すると第1の金属ミラー薄膜2a及び第2の金属ミラー薄膜2bが光共振器5cとして機能し、特定波長の光を効率よく照射することができるようになる。

10 【0018】光が照射された電子供給膜30のフェルミ準位30af近傍にいる電子供給膜30中の電子30eは、光励起30pによって光電陰極膜3の伝導帯3c上に励起される。この光電陰極膜中伝導電子3eは、光電陰極膜3中の電界で加速および緩和3rを受け、表面に到達する。光電陰極膜3は負の電子親和力を有するので、図に示すように、光電陰極膜3表面に到達した電子は、そのまま真空6へ放射される。これが放射電流IEとなる。

20 【0019】光電陰極膜3として、小さな正の電子親和力を有したものを使用した場合の動作原理を図3に示す。図3と図2の違いは、光電陰極膜3が正の電子親和力を有しているため、光電陰極膜3の伝導帯の上端の電位より、それと接する真空の電位が低く、そのために図に示すように障壁が形成されている点である。

【0020】基板裏面から励起光5を照射すると第1の金属ミラー薄膜2a及び第2の金属ミラー薄膜2bが光共振器5cとして機能し、特定波長の光を効率よく照射することができるようになる。

30 【0021】光が照射された電子供給膜30のフェルミ準位30af近傍にいる電子供給膜30中の電子30eは、光励起30pによって光電陰極膜3の伝導帯3c上に励起される。この光電陰極膜中伝導電子3eは、光電陰極膜3中の電界で加速および緩和3rを受け、表面に到達する。光電陰極膜3の伝導帯3cの上端は真空準位6vよりわずかに下に来る。しかし、この形態でも熱的に励起した電子や、裏面から増幅された励起光を利用することによって、真空準位6vへの電子の供給は容易である。負または小さい電子親和力を有する材料としては、ダイヤモンド又はダイヤモンドライクカーボン等が使用できる。

40 【0022】図4は、図1に示す光電陰極の製造方法の例を示す。数百μm程度のガラスや石英等の透明基板1を用意し(a)、その上にAlの第1の金属ミラー薄膜2aを蒸着等により成膜する(b)。次に、電子供給膜30として、AlやAuを10~100nm程度、蒸着等により形成する(c)。続いて、光電陰極膜3を成膜する

50 (d)。この際、光電陰極膜3としてダイヤモンドやダイヤモンドライクカーボンを用いる場合、レーザアブレーション法、マイクロ波プラズマ化学的気相成長法、熱フィラメント化学的気相成長法を用いる。最後に基板裏面に第2の金属ミラー薄膜2bを、蒸着等により成膜して完成となる(e)。

【0023】なお、図示しないが、光電供給膜30を成膜せずに、第1の金属ミラー薄膜2aそのものに光電子供給膜としての機能をもたせたり、特別な光電陰極膜3を成膜せず、第1の金属ミラー薄膜2aそのものに、光電陰極膜としての機能を併せ持たせることができる。

【0024】

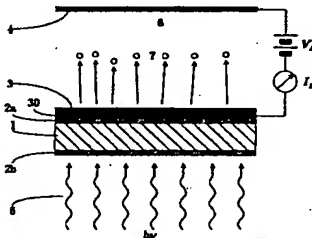
【発明の効果】以上説明したように、本発明のうち請求項1に係る発明及び請求項2に係る発明においては、光増幅が行われ、増幅された光で電子を励起しているので、光電陰極膜として化学的に安定な材料を用いても、大きな放射電流を得ることができる。

【0025】請求項3に係る発明においては、一方のミラーが光電陰極膜としての性質を併せ持つので、構成が簡単になる。

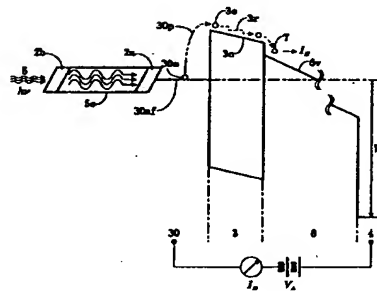
【0026】請求項4に係る発明においては、光電陰極膜が、負又は小さい正の電子親和力を有する材料からなるので、電子を大きく励起しなくても真空中に放出させることができる。

【図面の簡単な説明】

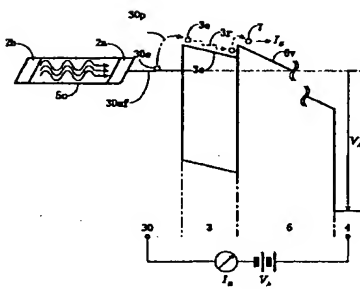
【図1】



【図2】



【図3】



【図1】本発明の実施の形態の1例である光電陰極の構成を示す概要図である。

【図2】図1に示す光電陰極の動作原理を示す図である。

【図3】図1に示す光電陰極の動作原理を示す図である。

【図4】図1に示す光電陰極の製造方法の例を示す図である。

【符号の説明】

- 10 1…透明基板  
2a…第1の金属ミラー薄膜  
2b…第2の金属ミラー薄膜  
3…光電陰極膜  
4…陽極  
5…励起光  
6…真空  
7…放射電子  
30…電子供給膜

【図4】

